

УДК 556.166

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ В СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Ж.Р. Шакірманова¹, д.геогр.н., проф., А.О. Казакова¹, магістр

¹ Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016 Одеса, Україна, kazackova_anhelina@ukr.net

У статті розглянуто чинники підстильної поверхні і клімат в басейні річки Південний Буг, встановлено їх важливу роль у формуванні стоку річок в період весняного водопілля. Виявлено тенденції до змін часових рядів в останні десятиріччя.

Авторами встановлено, що багаторічний хід гідрометеорологічних чинників та стокових характеристик весняного водопілля свідчать про циклічність їх коливання і вираженому спадному тренді (крім температури повітря) за останні десятиріччя.

Ключові слова: весняне водопілля, гідрометеорологічні чинники, тенденції змін часових рядів.

1. ВСТУП

Важливу роль у формуванні стоку річок відіграють чинники підстильної поверхні і клімат. Основні риси клімату для розглядуваної території формуються під впливом зональних і місцевих кліматоутворювальних факторів. В умовах сучасних змін клімату спостерігаються й зміни водного режиму річок, у тому числі й стоку весняного водопілля.

До основних гідрометеорологічних чинників формування весняного стоку річок відносяться температура повітря зимово-весняного періоду, величини запасів води в сніговому покриві й опади періоду водопілля, стан підстильної поверхні – вологість та глибина промерзання ґрунтів на водозборах, водність річок у осінній і зимовий періоди, що характеризують загальне зволоження території на початок весни і визначають передповеневу складову весняного водопілля для річок басейну Південного Бугу.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Природні умови та гідрометеорологічні чинники формування весняних водопіль на річках рівнинної території України представлені в працях багатьох дослідників: В.І.Вишневського, О.О.Косовця [1], В.В.Гребеня [2], Н.С.Лободи [3], Л.О.Горбачової [4], Є.Д.Гопченка, В.А.Овчарук, Ж.Р.Шакірманової [5].

Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть [6-8], суттєво впливають на гідрометеорологічні чинники і умови формування весняних водопіль на річках розглядуваної території [1-3, 5].

3. ОГЛЯД ВИВЧЕНОСТІ ОБ'ЄКТА

Об'єктом дослідження є басейн р. Південний Буг, з його основними притоками – річками Рів, Соб, Савранка, Кодима, Синюха, Інгул, а також деякі річки Причорномор'я (міжріччя Дністра і Південного Бугу). Для характеристики максимального стоку весняного водопілля – шарів стоку та максимальних витрат води використані матеріали режимних видань

за багаторічний період спостережень (станом на 2010 р.).

Діапазон водозбірних площ охоплює басейни за розміром від 36,5 км² (р. Південний Буг – с. Чорнява) до 46200 км² (р. Південний Буг – смт Олександрівка). Найбільша кількість гідрологічних постів (74% від загального їх числа) мають величини площ водозборів до 5000 км². Кількість постів, розташованих на річках з площами водозборів 5001 – 10000 км² становить 6%, 10001–20000 км² – 9%, а з площами більшими за 20000 км² – 11% (див. Таблиця 1).

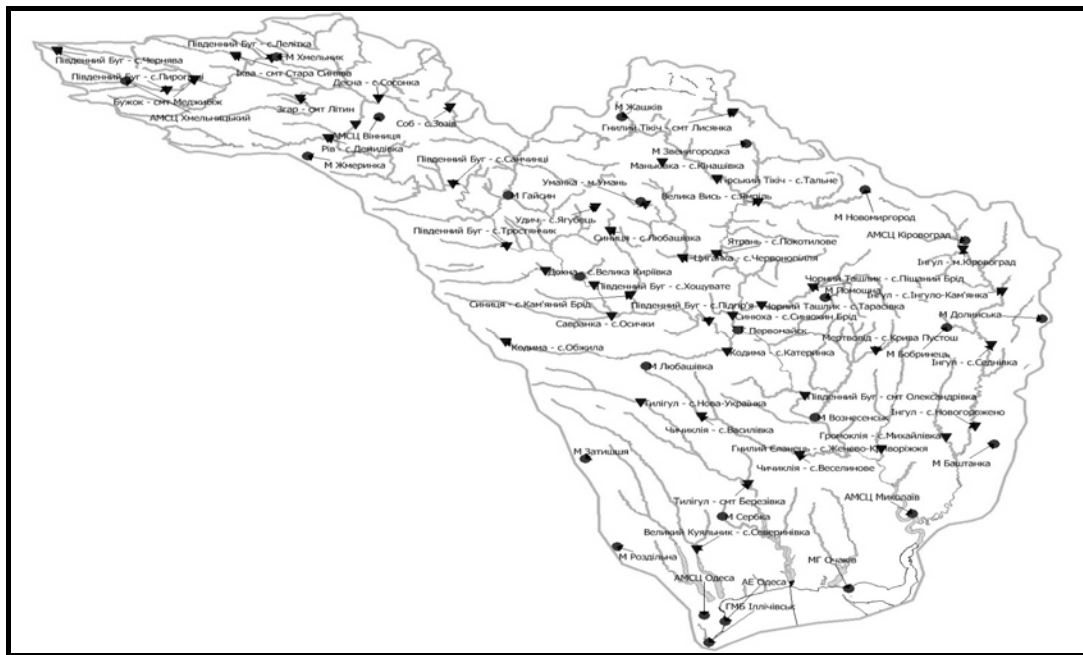
Тривалість стокових спостережень на річках змінюється від 7-9 років (р. Південний Буг – с. Самчинці, р. Удич – с. Ягубець, р. Південний Буг – с. Селище, р. Сухий Ташлик – с. Липняжка та ін.) до 92 років (р. Південний Буг – смт Олександрівка). Причому 20 гідрологічних постів (38% від загальної кількості) мають ряди спостережень більш ніж 50 років, на 11 постах (21%) тривалість рядів складає 30-50 років. Ряди тривалістю 21-30 років є на 5 гідрологічних постах (9%), а менші за 20 років – на 17 постах.

Дані спостережень за метеорологічними та агрометеорологічними чинниками весняного водопілля (температурою повітря, опадами, запасами води в сніговому покриві, глибиною промерзання ґрунтів, запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту) здійснюють 26 метеостанцій, рівномірно розміщених по території (див. Рис.1).

Згідно з ландшафтно-гідрологічним районуванням, виконаним в Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка В.В. Гребенем в 2010 р. [2], розглядувана територія відноситься до лісостепової недостатньо зволоженої ландшафтно-гідрологічної зони (верхня і середня частини басейну Південного Бугу, до впадіння р. Савранки), степової посушливої ландшафтно-гідрологічної зони (нижня частина басейну нижче впадіння р. Савранки і водозбори річок міжріччя Дністра і Південного Бугу).

Таблиця 1 – Розподіл гідрологічних постів за тривалістю стокових спостережень (станом на 2010 рік) і величинами площ водозборів річок

Площа водозбору, км ²	Кількість гідрологічних постів з періодом спостережень і розмірами водозборів річок							
	10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	50	Всього	%
≤ 100	-	1	2	-	-	1	3	11,5
101 – 1000	2	1	1	3	3	4	8	30,8
1001 – 5000	2	4	2	1	3	9	10	38,5
5001 – 10000	1	-	-	-	-	2	0	0
10001 – 20000	1	2	-	-	-	2	2	7,7
20001 – 50000	1	2	-	-	1	2	3	11,5
Всього	7	10	5	4	7	0	26	100
%	3	19	9	8	13	8	100	



▼ – гідрологічний пост; ● – метеорологічна станція

Рис.1 – Гідрометеорологічна мережа спостережень в басейнах р.Південний Буг і малих річок між Дністром і Південним Бугом.

4. МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі використані методи теоретичного аналізу, географічного узагальнення, статистичної обробки часових рядів гідрометеорологічних спостережень.

Річки басейну верхньої і середньої течії Південного Бугу характеризуються вираженням весняним водопіллям і низькою меженню. Головним джерелом живлення річок у весняний період є сніготанення, але ж не виключено випадіння дощів. Гідрографи водопілля мають добре виражену одномодальну форму, за винятком років з затяжним, „перебійним” сніготаненням при ранніх скресаннях льоду і поверненні холодів чи при випадінні опадів, коли хід рівнів води має багатовершинну форму.

Річки зони, крім поверхневого живлення, отримують і ґрунтове, яке в загальному стоці річок складає 5-8%. Частка ж весняного стоку (станом на 2010 р.) становить від 17 (р.Рів – с. Демидівка,

$F=1130 \text{ км}^2$) до 41% від річного стоку (р. Південний Буг – с. Тростянич, $F=46200 \text{ км}^2$).

Річки нижньої течії Південного Бугу та Інгулу протікають в межах степової посушливої ландшафтно-гідрологічної зони, яка характеризується недостатнім зволоженням, несталим зимовим режимом з нестійким сніговим покривом (у зв'язку з частими відлигами) які призводять до часткового або повного танення снігу і формування зимових паводків різної інтенсивності та водності. За рахунок таких умов навесні формуються невисокі водопілля з максимальними витратами води, часто нижчими за зимові паводки у січні-лютому.

Частка весняного стоку в річному коливається у межах від 35 (р. Ятрань – с. Покотилове, $F=2140 \text{ км}^2$) до 54-57% від річного (невеликі річки пониззя Південного Бугу), які основну кількість води отримують весною під час сніготанення.

Початок весняних водопілля в басейнах нижньої

течії Південного Бугу й Інгулу відноситься в різні роки до другої-третьої декад лютого – першої декади березня, при середніх строках – 24-28 лютого.

Річки південної частини Причорномор'я та деякі лівобережні притоки нижньої течії Південного Бугу (рр. Чичиклія, Гнилий Єланець та ін.), що розташовані в межах Нижньобузько-Дніпровської і Причорноморсько-Приазовської ландшафтно-гідрологічних провінцій степової посушливої зони, характеризуються періодичним стоком під час сніготанення і випадання інтенсивних дощів. Весняне водопілля буває майже щорічно. Частка його у річному стоці становить 40-61% і, навіть, 90% (на р. Гнилий Єланець – с. Женево-Криворіжжя). Початок водопілля на річках припадає в середньому на третю декаду лютого, а вищий весняний рівень води спостерігається найчастіше в першій декаді – середині березня. Тривалість водопілля становить 40-45 днів, але в окремі роки може досягати 70-89 днів.

5. РЕЗУЛЬТАТИ

До основних гідрометеорологічних чинників формування весняного стоку річок басейну Південного Бугу відносяться величини запасів води в сніговому покриві та опади періоду водопілля, характеристики водопроникної спроможності ґрунтів – вологість та глибина їх промерзання, температура повітря зимового і весняного періодів.

У зв'язку із загальною тенденцією підвищення глобальної і регіональної температур повітря в останні роки [6-8] в роботі досліджувались температурні умови зимово-весняного сезону. Хронологічні графіки (трирічних ковзних) середньомісячних температур повітря за лютий та березень у багаторічному періоді спостережень вказують на наявність вираженої тенденції (при коефіцієнтах кореляції порядку 0,40) до підвищення температур повітря в ці місяці (див. Рис.2 та 3).

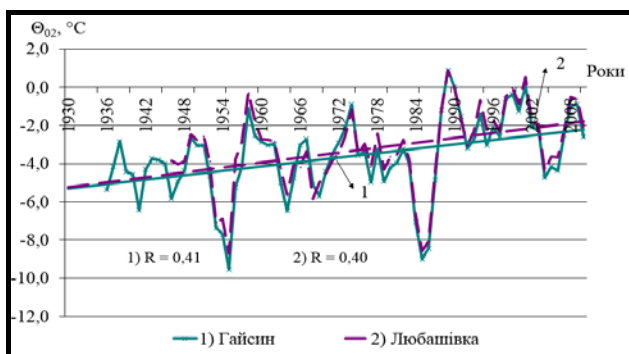


Рис.2 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) середньомісячних температур повітря за лютий.

Максимальні снігозапаси змінюються з року в рік у широких межах: від 42-50 мм у верхній частині басейну Південного Бугу, до 35-42 мм – в центральній і 22-29 мм – на півдні досліджуваної території.

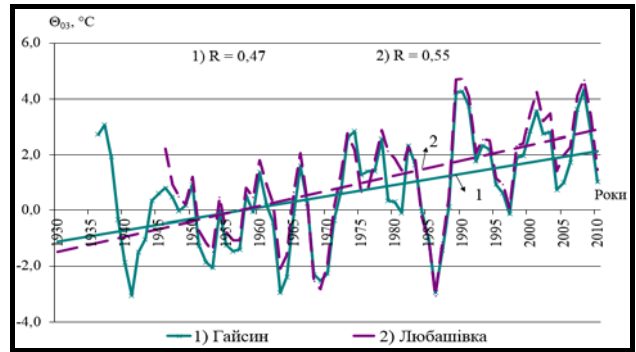


Рис.3 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) середньомісячних температур повітря за березень.

За багаторічними даними спостережень (1945-2015 рр.), за датами настання максимальних снігозапасів побудовані хронологічні графіки з трирічним згладжуванням по окремих пунктах снігозйомок. Встановлено, що середні дати настання максимальних снігозапасів припадають на середину-кінець другої декад лютого – на півночі і в центральній частині басейну Південного Бугу та на першу – початок другої декад лютого – в південних районах басейну та в міжріччі Дністра і Південного Бугу. У багаторічному розрізі зміна дат настання максимальних снігозапасів (трирічні ковзні) має тенденцію до більш ранніх дат (особливо у період останніх років). При цьому спостерігаються спадні тренди (див. Рис.4).

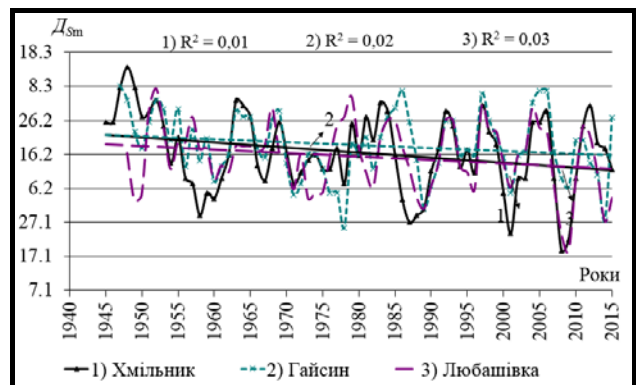


Рис.4 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) дат максимальних запасів води в сніговому покриві.

За часовими рядами даних про величини максимальних снігозапасів (1945-2015 рр.) побудовані хронологічні графіки з трирічним згладжуванням (див. Рис.5) та різниці інтегральні криві (див. Рис.6) по деяких пунктах снігозйомок.

Встановлено, що максимальні запаси води в сніговому покриві мають циклічний характер (див. Рис.6): з 1945 по 1960 роки спостерігався спадний тренд, далі до 1970 мала місце тенденція до збільшення снігозапасів, потім була незначна змінність, а починаючи з 90-х років минулого сторіччя до теперішнього часу, – знову тенденція до зменшення.

Такі результати підтверджують і висновки у роботах [1, 2]. Зменшення кількості запасів води в

сніговому покриві протягом останніх десятиріч є однією з причин зниження стоку річок у період весняного водопілля [2, 4, 5].

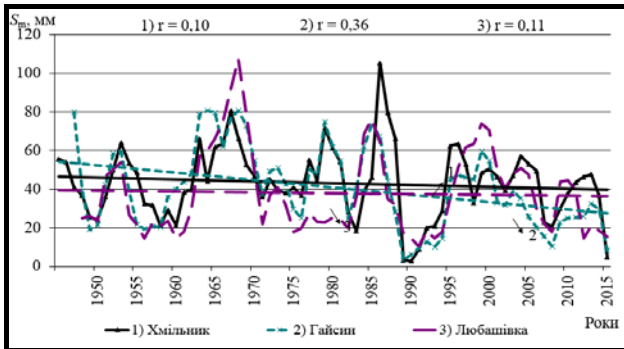


Рис.5 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) максимальних запасів води в сніговому покриві.

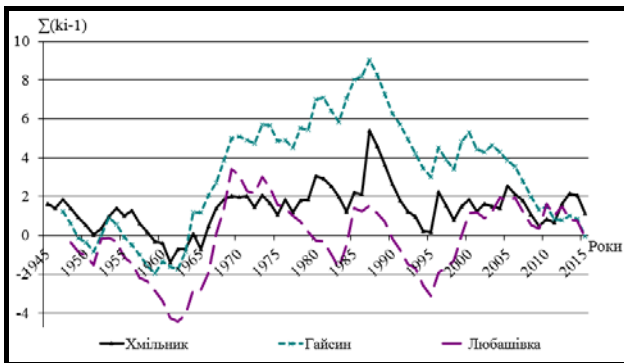


Рис.6 – Різницеви інтегральні криві максимальних запасів води в сніговому покриві.

Опади періоду танення снігу на водозборах (X_1 , мм) і ті, що випадають на поверхню ґрунту, який звільнився від снігу (опади на спаді водопілля – X_2 , мм) також є прибутковою частиною водного балансу весняного стоку річок. Їх значення в басейнах річок території в середньому змінюються від 15 до 33 мм і від 22 до 44 мм, відповідно.

Багаторічні часові ряди спостережень за опадами періоду весняного водопілля річок також, як і для снігозапасів, мають циклічний характер при тенденції до їх не значного зменшення: для опадів X_1 – з початку 80-х років (див. Рис.7 та 9), а опадів X_2 – з 90-х років минулого сторіччя (див. Рис.8 та 10).

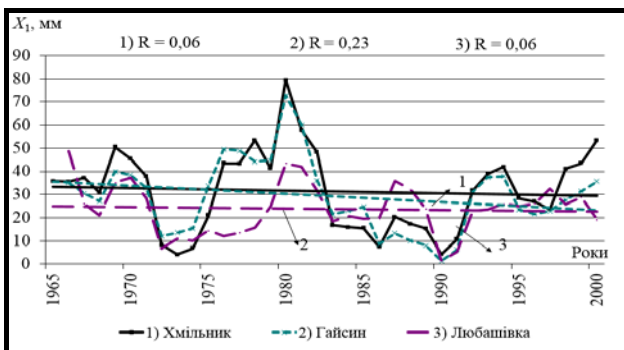


Рис.7 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) опадів періоду танення снігу X_1 .

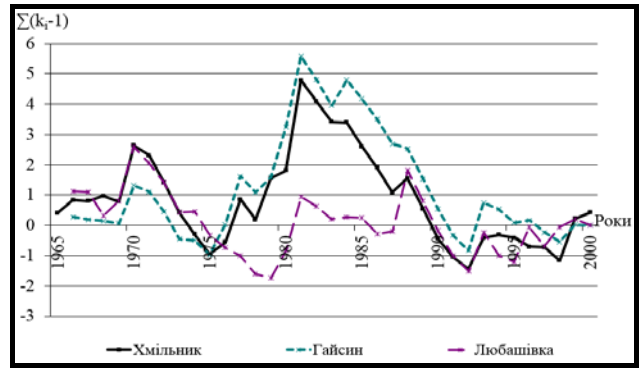


Рис.8 – Різницеви інтегральні криві опадів періоду танення снігу X_1 .

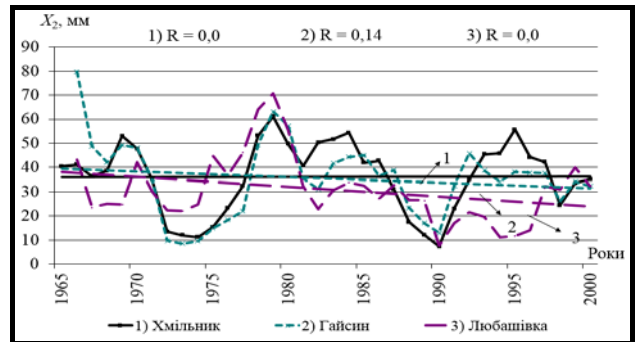


Рис.9 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) опадів періоду спаду водопілля X_2 .

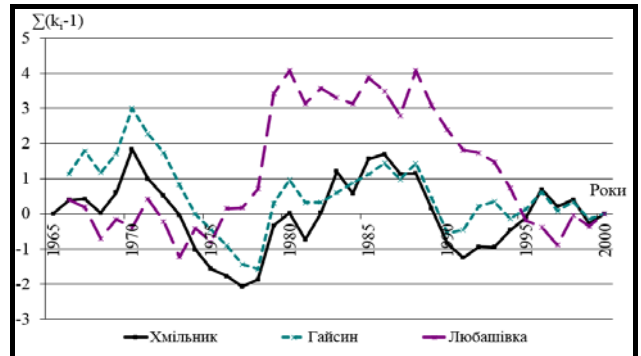


Рис.10 – Різницеви інтегральні криві опадів періоду спаду водопілля X_2 .

Факторами втрат тало-дощових вод на інфільтрацію в період весняного водопілля є максимальна глибина промерзання і вологість ґрунтів.

Дослідження багаторічних часових рядів максимальних глибин промерзання ґрунтів (станом на 2015 р.) у вигляді хронологічних графіків (трирічних ковзних і різницевих інтегральних кривих), показують, що вони мають циклічний характер (при $r=0,41-0,57$) – з середини 60-х років минулого сторіччя глибини промерзання ґрунтів зростали, а з кінця вісімдесятих до сьогоднішня спостерігається тенденція до їх суттєвого зменшення (див. Рис.11 і 12).

Стосовно передвесняного зволоження ґрунтів, то його формування відбувається з осені попереднього року. Результати досліджень автора [2] показують, що в останні десятиріччя спостерігається тенденція

до підвищення (відносно періоду до 1989 р.) осіннього стоку на 7-12% за рахунок збільшення кількості опадів восени в 1,19-1,29 разів (в межах басейнів р.Південний Буг і малих річок між Дністром і Південним Бугом). Для розглядуваного регіону недостатнього зволоження в умовах м'яких зим з наявністю відлиг в якості індексу передвесняного стану басейнів можна взяти середньомісячний річковий стік в попередній від початку водопілля місяць ($Q_{пв}$, м³/с).

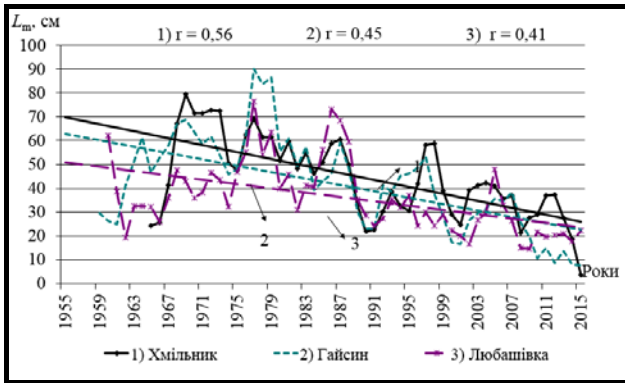


Рис.11 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) максимальних глибин промерзання ґрунтів.

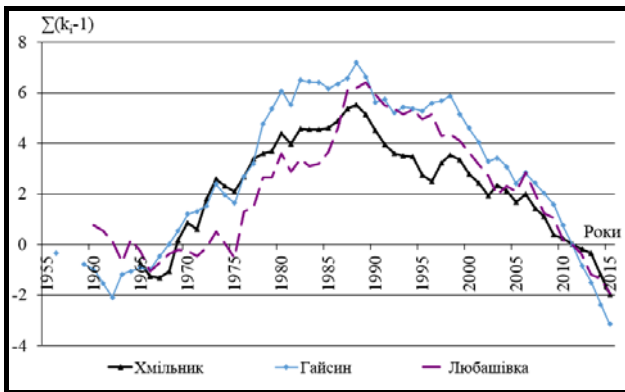


Рис.12 – Різницеві інтегральні криві максимальних глибин промерзання ґрунтів.

За багаторічними даними спостережень (1914-2010 рр.) за датами настання весняного водопілля побудовані хронологічні графіки (з трирічним згладжуванням), які вказують на тенденцію зсуву цих дат до більш ранніх строків.

Хронологічні графіки стоківих характеристик весняного водопілля на річках басейну Південного Бугу показують, що як для шарів стоку (див. Рис.13 і 14), так і для максимальних витрат води (див. Рис.15-16), спостерігається спадний тренд зі значущим коефіцієнтом кореляції ($r=0,50-0,71$), а інтегральні різницеві криві вказують на наявність циклічності в коливаннях стоку весняного водопілля річок досліджуваної території – підвищення стоку до 40-х років минулого століття, стабілізації його до 80-х років, а після – стрімке зменшення до теперішнього часу.

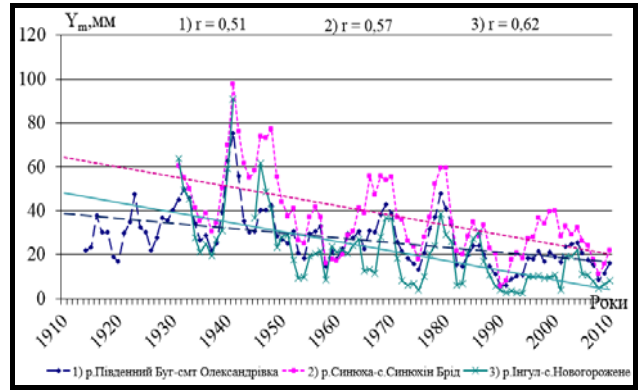


Рис.13 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) шарів стоку весняного водопілля.

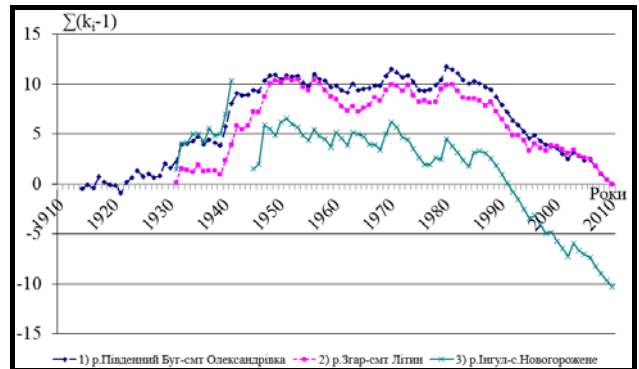


Рис.14 – Різницеві інтегральні криві шарів стоку весняного водопілля.

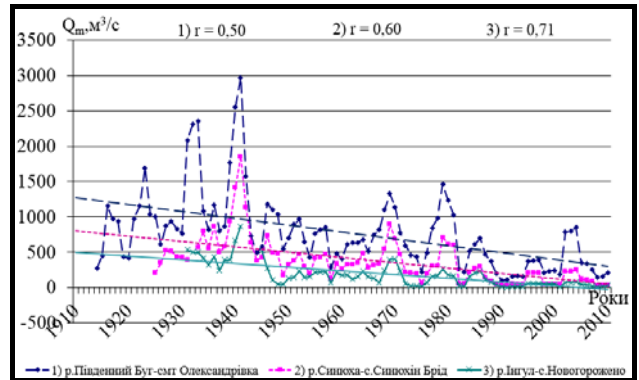


Рис.15 – Багаторічний хід (трирічні ковзні) максимальних витрат води весняного водопілля.

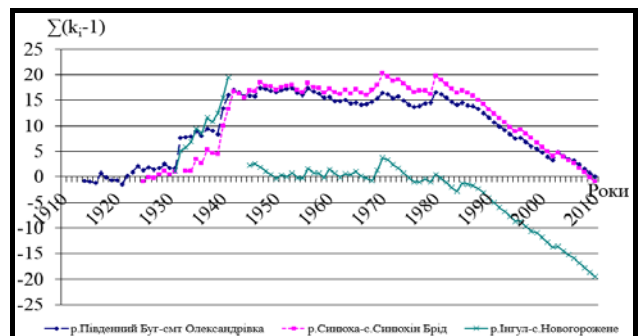


Рис.16 – Різницеві інтегральні криві максимальних витрат води весняного водопілля.

6. ВИСНОВКИ

В результаті дослідження часових рядів гідрометеорологічних чинників та стокових характеристик весняного водопілля в басейнах р. Південний Буг та річок Причорномор'я встановлено, що спостерігається циклічність їх коливання у часі при спадному тренді за останні десятиріччя. Це відноситься до таких чинників як максимальні запаси води у сніговому покриві, опади періоду водопілля, глибини промерзання ґрунтів, а також гідрологічних величин – шарів стоку та максимальних витрат води, для яких коефіцієнти кореляції є значущими та сягають 0,62-0,71 (при кількості стокових спостережень від $n=79$ до 96 років).

Але висновки відносно наявних часових трендів гідрометеорологічних чинників і стокових величин весняного водопілля на річках повинні уточнюватися в міру накопичення нових даних спостережень і з'ясування направленості подальших кліматичних змін і водного режиму річок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневський, О.О. Косовець – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
2. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
3. Н.С. Лобода. Изменения климата и его влияние на реки Украины / Н.С. Лобода, А.А. Коробчинская, А.А. Рудник // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – №6. – С. 199–204.
4. Gorbachova L. Long-term dynamics of the main hydrometeorological characteristics of spring flood in the Desna River's basin. *Water resource and wetlands: international conference: Tulcea, 14-16 September 2012.* Tranvestal, 2012, pp. 174-179.
5. Є.Д. Гопченко. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України / Є.Д. Гопченко, В.А. Овчарук, Ж.Р. Шакирзанова // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – №10. – С. 133–142.
6. Клімат України / [В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко]; за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
7. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / [С.М. Степаненко,
8. А.М. Польовий, Є.П. Школьнік та ін.]; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: Екологія, 2011. – 696 с.
9. Клімат України: у минулому...і мабутньому / [Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлістратова Л.О. та ін.]; за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. – К.: Сталь, 2009. – 234 с.

REFERENCES

1. Vyshnevs'kyi V.I., Kosovets' O.O. *Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrayiny* [Hydrological characteristics of rivers Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr Publ., 2003, 324 pp.
2. Hrebin' V.V. *Suchasnyy vodnyy rezhym richok Ukrayiny (landshaftno-hidrolohichnyy analiz)* [The current water regime of rivers Ukraine (landscape and hydrologic analysis)]. Kyiv: Nika-Tsentr Publ., 2010, 316 pp.
3. Loboda N.S., Korobchynskaya A.A., Rudnyk A.A. *Izmeneniya klimata i ego vliyanie na reki Ukrayiny* [Climate change and its impact on the river Ukraine]. *Ukrainskyi gidrometeorologichnyi zhurnal – Ukr. gidrometeorol. ž.*, 2010, no.6, pp. 199-204.
4. Gorbachova L. Long-term dynamics of the main hydrometeorological characteristics of spring flood in the Desna River's basin. *Water resource and wetlands: international conference: Tulcea, 14-16 September 2012.* Tranvestal, 2012, pp. 174-179.
5. Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Shakirzanova Zh.R. *Zminy hidrometeorologichnykh kharakterystyk vesnyanoho vodopyllyya na rivnyunnykh richkakh Ukrayiny* [Changes meteorological characteristics of spring flood in lowland rivers Ukraine]. *Ukrainskyi gidrometeorologichnyi zhurnal – Ukr. gidrometeorol. ž.*, 2012, no.10, pp. 133-142.
6. Lipins'kyi V.M., Dyachuk V.A., Babichenko V.M. *Klimat Ukrayiny* [Climate Ukraine]. Kyiv: Vydavnytstvo Rayevs'koho Publ., 2003, 343 pp.
7. Stepanenko S.M., Pol'ovyy A.M. (Eds.). *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrayiny* [Assessing the impact of climate change on the field of economy of Ukraine]. Odesa: Ekolohiya Publ., 2011, 696 pp.
8. Kul'bida M.I., Barabash M.B., Yelistratova L.O. *Klimat Ukrayiny: u mynulomu...i maibutn'omu* [Climate Ukraine: in the past ... and future]. Kyiv: Stal' Publ., 2000, 234 pp.

HYDROMETEOROLOGICAL FACTORS AND CHARACTERISTICS SPRING FLOOD IN BASIN OF THE SOUTHERN BUG IN CURRENT CLIMATIC CONDITIONS

Zh.R. Shakirzanova¹, d.geogr.sciences, A.O. Kazakova¹, master

¹ Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine

Introduction. In today's climate change and observed changes in the water regime of rivers, including the spring flood runoff. An important role in the formation of runoff during spring flood play of factors an underlying surface and climate in basin of the Southern Bug.

Purpose. The aim is analyze hydrometeorological conditions of formation of spring flood in basin of the Southern Bug and research of trends to modern climate changes and their impact on the characteristics of maximum flow spring flood of the rivers on study area.

Methods. The paper used the methods of theoretical analysis, geographic aggregation, statistical processing of time series of hydrometeorological observations.

Results. Established that long-term course of hydrometeorological factors and characteristics of the runoff spring flood points to cyclical fluctuations in their expressed decreasing trend (except temperature) over the past decade.

Conclusion. Trends of time course of hydrometeorological factors and characteristics of spring flood in river basin of the Southern Bug should be refined with further accumulation of observational data in today's climate change and water regime.

Keywords: spring flood, hydrometeorological factors, trends change time series.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕСЕННИХ ПОЛОВОДИЙ В БАСЕЙНЕ Р. ЮЖНЫЙ БУГ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ж.Р. Шакирзанова¹, д.геогр.н., проф., А.А. Казакова¹, магистр

¹ Одесский государственный экологический университет, ул. Львовская, 15, 65016 Одеса, Украина

В статье рассмотрены факторы подстилающей поверхности и климат в бассейне реки Южный Буг, установлена их важная роль в формировании стока рек в период весеннего половодья. Выявлены тенденции к изменениям временных рядов в последние десятилетия.

Авторами установлено, что многолетний ход гидрометеорологических факторов и стоковых характеристик весеннего половодья указывает на цикличность их колебания при выраженном убывающем тренде (кроме температуры воздуха) за последние десятилетия.

Ключевые слова: весеннее половодье, гидрометеорологические факторы, тенденции изменений временных рядов.

Дата першого подання: 14.04.2015
Дата надходження остаточної версії: 07.05.2015
Дата опублікування статті: 24.09.2015